

# 「科學創客計劃」(STEM Maker Project)

丙部 計劃詳情(修訂版)

計劃編號： 2017/0200

## 1. 對計劃的需要及團隊的能力

STEM(Science, Technology, Engineering, Mathematics)教育是現今中小學課程發展的重要一環。在 2015 年的施政報告中，政府首次提出在本港中小學推動 STEM 教育，其目的在於培養學生綜合運用 STEM 學科知識及技能的能力，並藉此提高學生的創造力、協作和解決問題的能力，以面對未來經濟、科學和科技的高速發展所帶來的挑戰，同時亦為未來知識型社會培育人才，增強香港的競爭力。

香港理工大學專業及持續教育學院(CPCE)於 2002 年正式成立，透過轄下教學單位—香港專上學院 (HKCC) 及專業進修學院 (SPEED)，致力提供高質素的自資專上課程。CPCE 一直致力為下一代提供全人發展的機會，培養學生的創意、主動學習的精神、慎思明辨的能力以及積極的人生態度，期望他們將來能夠適應社會的急速轉變，並滿足未來社會對人才的需求。因此，上述 STEM 教育之方針，實與本學院之辦學理念相吻合，而本計劃亦正是為了響應此一方針而設計。本院阮博文教授以及陳凱萱博士的教師及研究團隊，希望運用自身的專業知識，為有意推行 STEM 教育的本地中學提供建議及支援，貢獻社會。

在本計劃中，我們的專業團隊將會以 Arduino 為主題，為參與的中學老師提供培訓及支援。Arduino 是一種低成本而且可塑性甚高的微型電腦，是近年新興的 STEM 教育工具。學生可以運創意思維，把 Arduino 連接到各種感應器，建造自己的科學儀器以進行探索式的科學實驗，也可以通過開發簡單的控制程式來學習編程邏輯，甚至開發出新的研究項目等等。過程中，學生將會通過動手、解難和協作，學習跨學科的實用知識與技能，為未來的學習打穩基礎。

老師參與培訓後，便可以把 Arduino 引入到自己的教學中。有別於一般的專業發展項目，本計劃不僅涵蓋技術知識，亦強調如何運用適當的教學法，把 Arduino 融入 STEM 教育中，並適時為老師的教學提供意見。因此，本計劃不單止是技術培訓，亦為整套教學流程提供比較全面的支援。而本團隊亦會從中收集數據進行研究，探討如何把 Arduino 融入到不同學科的學習之中，務求為本地的 STEM 教育作出更廣泛的貢獻。

換言之，本計劃符合以下優質教育基金申請指引中所列出的優先主題：

- 「(3) 提升學與教及評估素養以促進學生在小學常識科、主要學習領域/學科課程和通識教育科的學習成效」：透過向老師提供培訓及支援，本計劃有助相關學校推廣 STEM 教育，提升學生在科學及資訊科技方面的跨學科學習。
- 「(4) 運用電子學習 (資訊科技) 促進學習」：本計劃所提倡的創客教育，鼓勵學生運用資訊科技進行自主學習，過程中亦可提升學生的資訊素養。
- 「(11) 教師發展和身心健康及學校作為學習型機構」：本計劃對老師的教學流程提供較全面的支援，有助促進老師在 STEM 教育方面的專業發展。

## 2. 合作學校

- 1) 浸信會永隆中學
- 2) 孔聖堂中學
- 3) 博愛醫院八十週年鄧英喜中學
- 4) 博愛醫院陳楷紀念中學
- 5) 東華三院馮黃鳳亭中學
- 6) 東華三院邱金元中學
- 7) 東華三院黃鳳翎中學

## 3. 目的及目標

本計劃的主要目的，是為有志於推行 STEM 教育的中學老師提供支援及培訓，以回應教育局推廣 STEM 的方針。具體的目標有四項：

- 1) 協助老師把 XXX 應用到自己的教學中，藉此提升學生對科學的興趣及體驗運用跨學科知識解難的過程。長遠來說，可以提高學生的創造力、協作和解決問題的能力，打穩學習基礎。
- 2) 促進老師在 STEM 教育方面的專業發展。
- 3) 本計劃亦會邀請學院的學生參與協助，作為他們服務研習的一部份，對學生之全人發展有所裨益。
- 4) 本團隊將在過程中搜集數據，研究 XXX 微電腦的學習成果，與及在不同科目推行的可行性。長遠來說，是項研究將為 STEM 教育作出學術方面的貢獻。

關於短期目標的具體成果及其評鑑方法，請參看第 11 及 12 節。

## 4. 對象及預期受惠人數

本計劃之主要對象為有志於推廣 STEM 教育之中學教師及其學生。預計每間學校將有大約 4 位老師以及預計 35 位學生參與本計劃，七間合作學校的參與人數共約 28 位老師及 245 位學生，直接受惠人數共約 273 人。此外，22 名學生將會參與計劃，協助提供到校支援及從中學習。而印刷的教師用書亦會寄給全港中學。計劃完結時將舉辦分享會，邀請本港的中學校長及老師參加，而本團隊亦會分享初步的研究成果，因此間接受惠的人數將會更多。

### 教師培訓詳情（講題內容詳見第 7 節）

2018 年 8 月底我們會進行首次大約半天的培訓（4 小時的講座及工作坊）

2018 年 9 月至 12 月，我們會進行到校觀課及提供技術支援，每月半天（共 2 次），每次約 3-4 小時

2019 年 2 月初（暫定農曆新年假期）進行第二次大約半天的培訓（4 小時的講座及工作坊）

2018 年 2 月至 5 月，我們會進行到校觀課及提供技術支援，每月半天（共 2 次），每次約 3-4 小時

2019 年 6 月-9 月 會進行報告分享會/小型工作坊（2-4 小時）

## 5. 創意

創客教育在外國已經興起了一段時間，但是在香港仍屬於比較新穎的理念。目前只有少數的本地學校正在實踐創客教育，因此本計劃如能成功推出，將有助本港學校推動這方面的發展。

本計劃的創新之處有二。首先，雖然近年教育界開始認同跨學科學習的重要性，但是要設計出真正的跨學科課程，殊為困難。究其原因，在於很難找到一個共同主題，以涵蓋幾個不同的學科。而本計劃所提出的創客教育，則正好可以提供這方面的共同主題。學生首先會學習如何用 XXX 微電腦及其它電子零件製作出自己的科學作品，這將會涉及到物理學及電腦編程方面的知識。而他們製作出來的科學作品將會以健康科學方面的研究和學習工具為主題。例如，其中一件作品是一個空氣質素傳感器。學生利用 XXX 微電腦親手製作出這個傳感器之後，便會帶著這個傳感器於不同時間到不同的地點採集空氣質素的數據樣本。學生會研究空氣質素如何隨著時間和地點變化，並利用課堂上學到的知識分析結果。學生可以以此強化健康科學及統計學方面的知識，也能體驗科學和研究方法。

本計劃的第二項創新之處，是我們不止提供科技方面的培訓，亦強調教學法的重要性。事實上，要利用科技進行有效的教學，教學法和科技知識同樣重要。然而，就我們的經驗及觀察所知，很多時類似的培訓只著重科技知識，而忽略了如何運用這些科技知識進行教學。老師學會了如果使用科技，卻不知道如何利用這科技來配合及改良教學法，甚至反過來要以教學法來遷就科技，令這些科技應用的功效大打折扣，甚至產生反效果。我們的工作團隊及專家顧問在這方面有充足經驗，能夠引導參與的老師將重點放在教學法的設計上面，再以科技配合教學法，以提升學生的學習成果。

## 6. 理念架構

「創客教育 (Maker Education)」(Dougherty, 2013) 是近年於全球興起的一種教育理念。創客教育的精神，是提供適當的空間、工具和條件，讓學生在輕鬆的氛圍下進行創作、學習、交流和分享。這些工具的特點是廉價和容易使用，讓一般人都能夠負擔和學習。而作品的類型則大多涉及科技作品及電腦程式，例如電子溫度計、空氣質素傳感器、智能避障車、遙控機械人、電子鐘等等。進行創作時，學生首先要學習相關工具的使用方法，掌握了基本的技術知識之後，便可以按照自己的興趣，製作出各式各樣的作品。

創客教育符合現代的教育理念。按照 Bloom 對學習層次的分類 (Bloom's Taxonomy) (Krathwohl, 2002)，學習可以分為不同的認知層次。低階的認知包括記憶和基本的理解，高階的認知包括低階知識的應用、分析、評鑑和創造。學生平日在課堂裡習得科學知識，但是很少有實踐的機會，因此往往流於紙上談兵，未能對知識有深入的掌握，學習效果大打折扣。在創客教育裡，學生不但要運用創意，設計自己的作品，也要靈活運用各個範疇的科學知識，解決各種困難。透過創客教育，學生可以以平日課堂裡習得的科學知識為基礎，進行綜合實踐應用，從而應用所學知識，分析問題，衡量各種不同的做法，與及創作出各種有創意的作品。過程中，創客教育能夠培養學生創新的能力、批判性思維、解難能力、資訊素養、決策能力、自我學習能力等等。而透過同學之間的交流、互動和分享，亦可以訓練同學的溝通技巧，培養團隊精神，提升學習動機，也能收到集思廣益之效。這些都是創客教育的預期學習成果，既回應了教育局《推動 STEM 教育，發揮創意潛能》諮詢文件中強調「以學生為中心」、「跨學科」、「動手做」的教學方針，亦符合教育界近年所提倡的「廿一世紀技能」的內容 (Binkley et al., 2012)。由此可

見，在 STEM 的學習上，創客教育不但能夠強化同學的科學知識，提升學習成績，亦能為同學將來在高中及大學的學習生活打好基礎，對同學的長遠學習發展實有莫大裨益。

讓合作學校的中學老師參與推動創客教育，亦可以視為教師專業發展的一部份。單向式授課並不是最有效的教學方式，學生學習不但趨於被動，亦難有培養高階思維之機會。為了涵蓋 Bloom 所提出的全部六個認知層次，老師在講課之外，還應為同學設計各式各樣的學習活動，讓同學進行主動及協作式學習 (active and social learning)。如上所言，創客教育正好提供了這種學習活動。參與本計劃的老師，將會親身經歷創客教育的整個過程。從設計課程和教材，到介紹基本的工具使用技術，到引導學生自行探索，老師們將會看到創客教育如何為學生帶來全新的學習體驗，同時亦學習到這方面的專業教育知識。本校的老師及學生亦會參與本計劃的籌備及實踐，從中亦能獲益。因此，不單止同學能夠從創客教育中受惠，參與的中學老師以至本校的師生，亦同樣得到不少學習機會，達到教學相長的效果。

最後，為了向參與老師提供足夠的支援，本計劃參考了 Koehler & Mishra 的 TPACK 的理論架構(2009)。這個架構提出，老師若要能有效地運用科技進行教學，必須同時擁有科技(technology)、教學法(pedagogy)及學科內容(content)三方面的知識。在創客教育的語境裡，科技是指創作工具的使用技術，教學法是指創客教育的課程設計及教學形式，而學科內容則是指相關的科學知識內容。在本計劃的教師培訓中，我們的創客導師不僅會協助參與老師們學習應用各種工具，也會按各學校的不同情況，與老師們商討適合的教學法。因此，配合老師們本身已有的學科內容知識，本計劃將能為參與創客教育的老師提供較全面的支援。

## 7. 推行方案及時間表

本計劃暫定於 2018 年 8 月開始，2019 年 9 月結束，共計 14 個月。具體的推行方案及時間表如下：

階段	工作及活動	細則
2018 年 8-10 月	招聘、組成團隊 採購器材 製作示範影片 製作工作計劃網站 聯絡各合作學校	人事招聘及器材採購將按照優質教育基金的要求，與專業及持續教育學院內的既定程序進行。 本團隊亦會在此期間聯絡各合作學校，商定本計劃在該校的具體運行形式。
2018 年 8 月底	簡介會/小型工作坊 題目：1) 交通燈/指示燈 2) LED	本團隊將會對合作學校的老師及校長簡介會以及小型工作坊。會介紹這個計劃，及 STEM 的製作方法。另外透過問答環節可集思廣益，為培訓及第二次工作坊提供有用的資料。
2018 年 9-12 月	第一階段培訓 題目：1) 超聲波及數字系統 2) 生理及酸鹼度 (pH)	第一階段的培訓將會在 2018-19 學年的上學期進行。期間，本團隊將會探訪各學校，為參與老師提供培訓。計劃中培訓為每間學校提供每月一次的到校培訓，每次為一天的培訓，具體的培訓時間表可配合各校的個別需要作彈性處理。 我們的導師每次會帶領參加者利用 XXX 微電腦製作一件科學習作，並討論如何設計相關的教學法，如何把創客教育融入正規課堂或課外活動之中。由於每間學

		校的需求都不盡相同，有關的課程安排亦會與各學校商討後再作最後定案。
2018年9-12月	老師試教 觀課及支援	在完成第一階段的培訓後，合作學校隨即對校內的學生提供創客課程。期間，我們的導師亦會前往觀課，適時提供協助，及於事後跟相關老師進行檢討。具體的時間表可配合各校的個別需要作彈性處理。
2019年2月	計劃成效之中期評核	在計劃進行半年之後，本團隊將會對合作學校的老師及校長進行訪問及問卷調查，所得的數據將會用作工作團隊的中期檢討之用，並將中期檢討報告提交教育局。過程中亦會徵詢專家委員的意見。
2019年2月28日或以前	遞交進度報告、中期財政報告	
2019年2-5月	第二階段培訓 題目： 1) 溫度及濕度及數學遊戲 2) 生態及顏色轉變	第二階段的培訓將會在2018-19學年的下學期進行。這次培訓將會汲取第一階段培訓的經驗作出改良。培訓內容可以是基於第一階段培訓的成果再延伸發展出來的進階內容，亦可以跟第一階段培訓的內容相同，但讓第一階段未有機會參與培訓的老師加入，具體情況視乎個別學校的需求而定。
2019年2月-5月	老師試教 觀課及支援	第二階段試教的安排跟第一階段大致相同，但會引入必要的改良。
2019年6月-9月	計劃成效之最後評核 撰寫報告 分享會/小型工作坊	完成兩個階段的培訓及試教之後，本計劃亦進入尾聲。在最後兩個月裡，工作團隊會再次與老師及校長進行訪問及問卷調查，從而總結整個計劃的經驗，並撰寫報告。 而為了分享本計劃的成果及與合作學校交流經驗，我們亦會舉辦一場分享會，邀請合作學校及其它本地中學的老師和校長參加。
2019年9月30日或以前	遞交總結報告、財政報告	

## 8. 方案細節說明

### 創客習作內容

我們的創客課程適合中學各年級的同學。課程中的大部份科學主題，皆取材自本港新高中的科學課程。考慮到合作學校會在不同的年級推展本課程，因此我們在設計上預留彈性。高年級的同學將能透過本課程，直接支援他們在相關科目上的學習。低年級同學則可以透過本課程培養對科學的興趣及基礎能力，為將來的學習做好準備。我們會按照各合作學校的具體情況，協助老師調節教學的難度及要求。以下的示範案例將會帶到各個學校進行項目宣傳：

### 內容示例 1

人類生理調控 (Human Physiology: Regulation and Control) 是新高中課程中一個很受學校歡迎的自選課程。目前，教師在教授該課程時只能通過文字和示意圖說明生理調控的一些過程，學生也只能通過記憶去完成該部份的學習。為了提升教學效果，我們將會讓學生透過 XXX 進行一些實驗，以驗證所學的知識。我們提供的 XXX 微電腦設備可以檢測心跳速度、測試溫度和濕度等。通過這些檢測設備，學生可以設計實驗來探討一些人體的生理調控的現象，例如人在運動時的心跳、呼吸和身體體表溫度等變化，又例如人在寒冷的地方時，心跳和身體體表溫度的變化等等。我們鼓勵教師和學生共同針對學習大綱中的一些學習重點，利用 XXX 微電腦，使用簡單的實驗去證明這些重點理論。

### 內容示例 2

應用生態 (Applied Ecology) 也是新高中課程中的一個較多學校會選擇的課程，環境污染是其中一個課程重點。在學習空氣污染時，老師通常通過書本上的數據和理論來教導學生，但是這些理論往往很難用來解答現實生活中的相關問題。例如：到底我們生活的環境如何？教室內的空氣有沒有懸浮顆粒？各位學生家中的空氣質素又如何？這些問題與學生息息相關，但是我們的教學課本卻是沒有答案。為了幫助學生加深對本課程的理解，我們提供的 XXX 微電腦設備可以檢測多種空氣污染源的含量，再跟呼吸頻率和呼吸深度的數據相互對照。我們讓學生帶著疑問觀察生活中的點滴，讓他們更好的利用自己所測量的數據來證明書本上所說的東西，這一點正是 STEM 的教學重點。

### 內容示例 3

電磁輻射 (electromagnetic radiation) 是物理學中的一個重要題目，香港新高中課程的物理、綜合科學及組合科學課程中亦對此有所涉獵。另一方面，在智能電話及無線上網普及的今天，電磁輻射對人類健康的影響，亦是社會所關注的課題。然而，一般用作通訊的電磁輻射觸不到也看不見，學生學習這個課題時，常感到抽象且難以掌握。究竟我們身邊的電磁輻射有多強？有哪些日常使用的電子用品會發出電磁輻射？坊間出售的防輻射產品又是否真能阻隔電磁輻射？利用 XXX 微電腦及電磁輻射傳感器，學生可以量度身邊電磁波的強度，與及檢驗防輻射產品的效能。

### 內容示例 4

超聲波 (ultrasound) 是一種高頻率的聲波，超出了人類的聽覺範圍，但是可以用儀器偵測得到。本單元使用的超聲波傳感器可以同時發出及偵測超聲波。超聲波碰到障礙物之後被反射回來，透過量度從發出超聲波到反射波到達的時間，即可計算出障礙物的距離。在本單元中，學生將自行組裝一個超聲波距離檢測裝置，並以此進行實驗，從而加深理解聲波的物理特性，並實踐科學方法。此外，由於超聲波的物理特性所限，以超聲波測量距離的準確度並不高。但是，超聲波傳感裝置可以作為低成本的撞擊警報器使用。當障礙物與傳感器距離少於某一個閾值時，電腦即可發出警告訊息。在本單元中，學生將會修改控制程式，令原先的距離檢測裝置提升為一個撞擊警報器，這部份將訓練學生運用已有知識解決新問題的能力。

## 9. 老師及校長在計劃中的參與

本團隊會親自編寫教材，並對所涉內容進行試驗。而參與本計劃的中學校長、主任以及老師則會透過工作坊，認識 XXX 的技術及學習如何任教相關課程。

## 10. 預算

項目	細則	金額(HK\$)
<b>員工開支</b>		
行政助理 1 名  (Project Assistant)	職責： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 組織及統籌本計劃活動</li> <li>• 聯絡各中學及相關組織</li> <li>• 協助設計教材及撰寫教案</li> <li>• 收集資料及進行簡單的統計</li> <li>• 向計劃統籌匯報計劃過程</li> <li>• 協助觀課</li> </ul> 入職要求： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 大學學位</li> <li>• 相關工作經驗優先</li> <li>• 中英文良好</li> <li>• 具有良好的溝通能力及書寫能力</li> <li>• 懂文書處理及電腦運作</li> </ul>	\$17,500/每月* x 12 個月 = \$210,000 MPF (5%) : \$10,500 合共 : \$220,500  (*按優質教育基金申請指引建議的頂薪點計算)
兼職導師 1 名  (Project Associate)	職責： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 提供電腦及電子技術支援</li> <li>• 聯絡或到訪合作學校，進行指導及觀課（非每天工作）</li> </ul> 入職要求： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 擁有學位或以上</li> <li>• 不少於八年的相關教育經驗</li> <li>• 擁有 STEM 教育經驗或資訊科技相關工作經驗者優先</li> </ul>	薪金為\$162/每小時 每天 9 小時計算，最小半天 4.5 小時算  2018 年 8-10 月 準備工作及教材製作 = 25 天(225 小時)  2018 年 9-12 月 第一階段培訓 為每間學校提供每月半天的培訓 共兩個月，七所學校 = 7 天 預留 1 天按學校需要提供額外支援 共 8 天 (72 小時)  2019 年 2 月 支援老師試教及觀課 為每間學校提供每月半天的培訓 共兩個月，七所學校 = 7 天 預留 1 天按學校需要提供額外支援 共 8 天(72 小時)  2019 年 2 月 計劃成效之中期評核 分享會/小型工作坊 準備第二階段等準備工作 = 10 天 (90 小時)

		<p>2019年2-5月 第二階段培訓 為每間學校提供每月半天的培訓 共兩個月，七所學校 = 7天 預留1天按學校需要提供額外支援 共8天(72小時)</p> <p>2019年2-5月 支援老師試教及觀課 為每間學校提供每月半天的培訓 共兩個月，七所學校 = 7天 預留1天按學校需要提供額外支援 共8天(72小時)</p> <p>2019年6月-9月 計劃成效之最後評核 撰寫報告分享會/小型工作坊等準備工作 = 10天(90小時) (*以上安排或按實際情況作出調整/調動) 每年: \$112,266 (77天, 693小時) MPF (5%): \$5,614 合共: \$117,880</p>
學生大使 17名	<p>職責:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 協助提供到校培訓及支援</li> <li>• 工作坊招待及場地佈置</li> <li>• 收集數據資料</li> <li>• 資料搜集</li> <li>• 支援行政助理</li> <li>• 協助更新網站</li> <li>• 郵寄教師用書</li> <li>• 支援行政助理文字輸入及資料輸入</li> </ul>	<p>學生大使 16位學生大使: 工作坊準備工作及支援工作(如左列, 包括4小時的工作坊以及10小時的準備工作) =16x14x70=\$15,680 1位學生大使: 文字及資料輸入:32小時 =1x32x70=\$2,240 合共 \$17,920</p>
員工開支		\$356,300
<b>設備</b>		
XXX 微電腦及傳感器套件	每間學校10套, 共70套。 預留10套作後備之用。	每套成本約\$650, 80套共\$52,000。
<b>服務</b>		
教師用書設計及印刷	教師用書設計及印刷 x500份 (最少印刷數量, 同時亦可派發給全港中學)	\$28,800



示範影片及相片拍攝及剪輯	示範影片及相片拍攝及剪輯	\$10,000
工作計劃網站編寫及維護	詳見第 11 節第 5 點	\$20,000
場地借用		免費
<b>一般開支</b>		
工作坊開支	示範的支出（例如量度泥土濕度，需要購買泥土及濕度計以作標準比較，量度 pH 值需要 pH 試紙以作標準比較等等）	\$5,000
雜項	印刷活動海報、場刊及宣傳單張、文具（文件、紙張、影印等等） 寄出教師用書郵費(500g 計) (每件\$14 元計，約 460 間中學)	\$5,093 \$6,440 合共：\$11,533
審計費用		\$5,000
<b>應急費用</b>		
應急費用		\$3,967
<b>合共</b>		<b>\$492,600</b>
<b>資產運用計劃</b>		
設備(XXX 微電腦及傳感器套件)：70 套套件(價值\$52,000)會交送學校以助老師把 XXX 應用到教學中。計劃完成後，應餘下 10 套後備套件，我們亦會繼續使用及向其他學校推廣 STEM 教育，繼續使用及保養器材。		

## 11. 計劃的預期成果

根據上述提及之目的及目標，本計劃的短期成果如下：

- 1) 學生學習動機之提升：透過動手做的創客教育，學生對科學的興趣有所提升，同時可提升創造力及解難的能力甚至協作的的能力。
- 2) 教師專業培訓：參與本計劃的老師，將學會透過工作坊學習創客教育所需要的技術，與及透過觀課等培訓如何以此配合及改良教學法。
- 3) 服務研習：參與協助本計劃的學生將會從中獲益。
- 4) 經驗分享及交流：透過分享會，本團隊及參與老師會分享這次實踐創客教育的經驗，並與與會者互相交流學習。
- 5) 影片幫助師生更容易處理複雜的步驟，他們亦可隨時在不同位置停頓，作出研究，作出講解。網站的設立方便使用者下載資料，而且也可增加受惠的人數。計劃完成後資料仍可在網上搜尋。影片會按照每一個題目所拍攝的組裝示範和講解，應有 8 套影片，

存放於網頁內；網站會對外開放，讓學校及公眾可隨時下載課堂資料及影片。網站存放年期最少一年。

## 12. 計劃評鑑

1. 香港理工大學、香港教育大學、香港中文大學等高等院校教員：主要任教通識、科學、電子科技、醫療教學的專家學者，每三個月為本計劃作出評價。
2. 本計劃的負責人及研究主任，會每兩個月，向參與計劃的中學師生，徵詢意見及成效評估，本研究計劃採用定期評鑑及評估。
3. 本計劃計劃會委任參與計劃的中學教員為本計劃「中學大使」，蒐集參加本計劃學生的建議及成績。
4. 本計劃會為學生設計工作紙，從學生的表現中，以評估學生學習的成效。
5. 本計劃會為學生設計問卷，從學生的回答中，以評估學生學習的成效。
6. 在理大香港專上學院演講室舉行成果分享會，向外界發表成果，並吸收外界的評價。
7. 邀請香港以外地區的學者，定期給予評價。
8. 邀請沒有參與是次活動的校外及專業團體，作出評價。

我們將透過以下方法，評鑑列出的預期成效：

預期成效	衡量準則	數據收集方法	預期達標百分比
1) 學生的學習動機有所提升	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 學生對創客教育有所體會</li> <li>• 學生對科學的興趣有所提升</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 問卷、訪談或觀課</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 70%</li> </ul>
2) 教師在專業發展上有所得益	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 老師對創客教育有所體會</li> <li>• 老師學會 XXX 的技術</li> <li>• 老師懂得如何把 XXX 應用到自己的教學中</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 問卷、訪談或觀課</li> <li>• 校外專家委員區志堅博士及賴志成博士將作出評估及評價</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 80%</li> </ul>
3) 服務研習	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 學生透過參與本計劃獲益</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 問卷、訪談或觀課</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 80%</li> </ul>
4) 其它本地中學的校長及老師從中獲益	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 參與分享會的校長及老師將能從分享會得到啟發</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 問卷、訪談或觀課</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 80%</li> </ul>
5) 學生創造力及解難的能力甚至協作的能力提升	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 學生對創客教育有所體會</li> <li>• 學生對科學的興趣有所提升</li> <li>• 學生能透過協作完成任務</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 問卷、訪談或觀課</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 70%</li> </ul>

註：問卷調查及訪談將於計劃完結時進行，其餘數據將在計劃進行時適時收集。

## 13. 計劃成果的延續

**為申請學校／學生／教師及教育界整體增值：**Arduino 微電腦是一件可塑性甚高的教材，當中涉及電子及電路的基礎、科學原理、與及電腦編程知識。參與的老師在本計劃中所學得的新知識，可以作為學校進一步改良科學及資訊科技等學科教材的基礎。而學生參與本課程，不但可以強化相關學科知識，亦可以培養創意及解難能力，為未來的學習打好基礎。

## 14. 推廣／宣傳計劃效果

### (一) 平面與實物推廣

- 1) 利用所掌握的學校網路，採取電郵方式或郵寄方式，將本計劃及相關作品的宣傳單張寄到學校的有關負責人處，提高有興趣者對本計劃的內容及理念的認識，為下一步公開工作做好鋪墊。
- 2) 展示示範案例的作品。合作學校可主動聯繫其它有興趣的中學，以展出並解釋其學生作品。這類作品展示既能令學校及學生的努力得到認同，又能讓他們獲得回饋意見，一舉兩得，並為下一步完善項目奠定了基礎。

### (二) 有效聯繫

與考試局的聯繫。為了宣傳我們的項目，我們可以和考試局聯繫，在取得同意後，可以在他們的科目年度會議上，將我們專案的產品直觀而直接的與該科目老師進行推廣。

## 15. 參考文獻

- Binkley, M., Erstad, O., Herman, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M., & Rumble, M. (2012). Defining twenty-first century skills. In *Assessment and teaching of 21st century skills* (pp. 17-66). Springer Netherlands.
- Dougherty, Dale (2013). Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators.
- EDB (2016). 《推動 STEM 教育，發揮創意潛能》報告。
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2009). What is Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)? *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 60-70.
- Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's Taxonomy: An overview. *Theory into Practice*, 41(4), 212-218.

## 聲明

參與委員及相關職員會與負責安排所有採購及與香港理工大學財務處及本校職員包括行政助理處理採購事宜，並確保所有貨品（包括設備）及服務的採購是以公開、公平及具競爭性的方式進行，並須採取措施以避免採購過程出現任何實際或被視為有利益衝突的情況。計劃成品版權屬優質教育基金所有。開發成品不會被複製、改編、分發、發布或向公眾提供成品作商業用途。

## 遞交報告時間表

報告類別及涵蓋時間	報告到期日	報告類別及涵蓋時間	報告到期日
進度報告 1/8/2018-31/1/2019	28/2/2019	中期財政報告 1/8/2018-31/1/2019	28/2/2019
進度報告 1/2/2019-31/7/2019	31/8/2019	中期財政報告 1/5/2019-31/7/2019	31/8/2019
總結報告 1/8/2018-30/9/2019	31/12/2019	財政報告 1/8/2019-30/9/2019	31/12/2019

## 樣本教案

### 示範單元：超聲波距離檢測

#### 單元資料

<p>內容描述</p>	<p>這個單元的主題是運用超聲波原理測量距離。超聲波是一種高頻率的聲波，超出了人類的聽覺範圍，但是可以用儀器偵測得到。本單元使用的超聲波傳感器可以同時發出及偵測超聲波。超聲波碰到障礙物之後被反射回來，透過量度從發出超聲波到反射波到達的時間，即可計算出障礙物的距離。在本單元中，學生將自行組裝一個超聲波距離檢測裝置，並以此進行實驗，從而加深理解聲波的物理特性，並實踐科學方法。</p> <p>由於超聲波的物理特性所限，以超聲波測量距離的準確度並不高。但是，超聲波傳感裝置可以作為低成本的撞擊警報器使用。當障礙物與傳感器距離少於某一個閾值時，電腦即可發出警告訊息。在本單元中，學生將會修改控制程式，令原先的距離檢測裝置提升為一個撞擊警報器，這部份將訓練學生運用已有知識解決新問題的能力。</p> 
<p>所涉科學課題</p>	<p>聲波、波的物理特性、以速度及時間計算距離、電腦編程</p>
<p>難度</p>	<p>★★★★★</p>
<p>對象</p>	<p>中一至中三學生</p>

<p>預期學習成果</p>	<p>完成此單元後，學生能夠：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 解釋以超聲波測量距離的物理學原理。</li> <li>2. 依據線路圖，組裝一個用超聲波測量距離的檢測裝置。</li> <li>3. 透過實驗，檢驗超聲波距離檢測裝置的準確度及應用條件。</li> <li>4. 修改控制程式，令檢測器變成一個撞擊警報器。</li> </ol>
<p>每組所需器材</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本次實驗指定器材： <ol style="list-style-type: none"> <li>a. 超聲波傳感器一枚 (HC-SR04)</li> </ol> </li> </ol>  <p>The image shows an HC-SR04 ultrasonic sensor module. It is a blue printed circuit board (PCB) with two circular ultrasonic transducers, one labeled 'T' (Transmitter) on the left and one labeled 'R' (Receiver) on the right. In the center, there is a small silver component labeled 'Y1'. Below the transducers, there are four pins labeled 'Vcc', 'Trig', 'Echo', and 'GND'. The text 'HC-SR04' is printed on the board between the transducers.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>b. 長間尺一把 (30cm 或以上)</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>2. 其它配套： <ol style="list-style-type: none"> <li>a. XXX 一塊連 USB 數據線</li> <li>b. 麵包板一塊</li> <li>c. LCD 顯示屏一枚 (LCD1602) 及連接板一塊 (LCM1602-IIC)</li> <li>d. 安裝有 XXX 開發系統的電腦一台</li> <li>e. 9V 電池一枚連電池盒</li> <li>f. 彩色杜邦線若干</li> <li>g. 控制程式碼</li> </ol> </li> </ol>
<p>學生已有知識</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 關於聲波的基本物理特性 (速度及反射)</li> <li>2. 使用 XXX 進行組裝的基本知識</li> <li>3. 把控制程式載入到 XXX 執行的基本方法</li> </ol>

## 教案示例

所需時間：120 分鐘（可分兩至三個課節進行）

學與教活動	時間分配
引起動機：老師播放使用超聲波原理的避障小車影片，指出超聲波距離測量的應用潛力。	5 分鐘
老師講解超聲波的物理特性： <ol style="list-style-type: none"><li>1. 重溫聲波的基本物理特性，包括聲波在空氣中的速度、聲波的反射特性等。</li><li>2. 講解以超聲波測量距離的原理。</li></ol>	10 分鐘
老師講解線路圖及控制程式： <ol style="list-style-type: none"><li>1. 展示超聲波檢測裝置的線路圖。</li><li>2. 講解控制程式的原理。</li></ol>	15 分鐘
組裝： <ol style="list-style-type: none"><li>1. 學生按照老師提供的線路圖分組進行組裝。</li><li>2. 學生把控制程式載入到 XXX 微電腦。</li><li>3. 學生對製成品進行初步測試。如成功組裝，液晶體顯示屏上會顯示障礙物的距離。</li></ol>	30 分鐘
實驗： <ol style="list-style-type: none"><li>1. 學生運用自己組裝的超聲波距離檢測裝置，對室內物件進行量度，記錄檢測到的距離讀數，另外用間尺進行驗證。</li><li>2. 學生從不同的角度向物件發出超聲波，重複以上的量度，並討論發射角度對於量度的準確度有甚麼影響。</li><li>3. 學生討論除了角度之外，還有甚麼可能的因素會影響超聲波距離檢測的準確度（溫度、物體的反射特性等都會有所影響）。</li><li>4. 每組學生向全班報告實驗及討論結果。過程中，老師可引導學生運用物理學原理解釋結果。</li></ol>	30 分鐘

撞擊警報器：

30 分鐘

1. 學生修改控制程式，使得每當障礙物的距離少於某一閾值時，在液晶體顯示屏上顯示一行撞擊警報。老師可讓學生自行研究修改的方法，適當時給予提示。
2. 學生向全班展示自己的製成品，並分享修改程式的方法。

## 有關超聲波距離檢測示範單元的補充資料

本計劃裡的訓練課程，皆是按照創客教育 (Maker Education) 的理念來設計，所有的教案都強調學生的主動參與和跨學科的解難能力。在學習了基本的技巧和知識之後，老師會讓學生發揮創意，設計自己的作品。這個過程能讓學生積極投入到學習當中，學以致用，從而提升對科學的興趣。另一方面，由於所有的活動都是以問題導向 (problem-based)，學生必須運用跨學科的知識才能解決問題，因此通過這些活動也可以訓練學生在這方面的能力。

以超聲波距離檢測這個教案為例，老師首先講解相關的科學原理和組裝技巧，然後讓學生進行初步的組裝。組裝完成之後，學生會進行一系列的實驗。過程當中，學生有一定的自由度決定實驗的具體做法，也可以跟同學和老師討論自己的想法。而當學生完成基本的實驗之後，老師也會引導他們修改控制程序，進一步探索這個實驗的其他可能性，其後學生也有機會展示自己的作品。學生可以從學習中得到滿足感，有助提升學生對科學的興趣。

再者，要完成這個教案的活動，學生必須要應用到跨學科的知識，包括有關聲波的物理知識、有關距離計算的數學知識、有關實驗裝置組裝的電子知識，與及修改控制程式所需的電腦編程知識。設計實驗時，學生要應用到科學方法。跟同學討論時，也可以學習溝通能力、決策能力、解難能力、批判性思維等等軟技巧。因此，學生完成這些活動之後，在運用跨學科知識解難方面，也會得到莫大裨益。

詳情請參閱附件：《示範單元：超聲波距離檢測》

附件二

**核心團隊參與詳情**

成員	工作
申請人 (Applicant) : 教授	計劃領導
執行統籌 (Project co-ordinator) : 博士	負責統籌整個計劃 (包括聘請員工、舉辦講座及工作坊、前期聯絡學校等)
聯絡人 (Contact person) : 博士	計劃聯絡人及指導行政助理進行聯絡工作、提供技術支援及進行研究工作、舉辦講座及工作坊
博士	資訊科技技術支援及協調行政助理及兼職導師工作, 為計劃提供質量保證、舉辦講座及工作坊
行政助理	負責文書處理及支援觀課等活動、協助舉辦講座及工作坊
兼任導師	負責在本校職員有學期時提供技術支援及觀課、舉辦講座及工作坊
顧問團隊及審評	
副院長	負責聯絡學生大使
醫生	負責聯絡學生大使、健康及醫療相關課題專家顧問
博士	數學科相關課題專家顧問
博士	資訊科技相關課題專家顧問

**校外專家委員**

博士	計劃審評工作
博士	課程設計及物理科相關課題專家顧問、舉辦講座及工作坊
博士	計劃審評工作
教授	生物科及化學科相關課題專家顧問
博士	生物科及化學科相關課題專家顧問



